

*Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации:
Сб. науч. тр. XII-ой междунар. науч.-техн. конф. 19-20 мар. 2015 г., г. Курск, т. 1,
с. 385-389*

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ТОРЦЕВОГО АЛМАЗНО-ИСКРОВОГО ШЛИФОВАНИЯ

Гуцаленко Юрий Григорьевич, старший научный сотрудник

Руднев Александр Витальевич, научный сотрудник

Национальный технический университет

«Харьковский политехнический институт»

Шероховатость поверхности, являющаяся одной из основных геометрических характеристик ее качества, оказывает значительное влияние на эксплуатационные показатели деталей машин и механизмов. Совершенствование управления инженерией поверхности при механической обработке, в том числе в обеспечении надлежащего геометрического качества, привлекает внимание исследователей как одна из приоритетных задач развития современных машиностроительных производств, в особенности автоматизированных.

Разработка научных основ обеспечения шероховатости поверхности широко использует теорию вероятностей и математическую статистику, с обращением к которым нередко связывается основное содержание исследований в этом направлении. Выполненное исследование также использует эту теорию и ее прикладные приложения.

Более развитый микрорельеф обработанной поверхности является известным [1] феноменом алмазно-искрового шлифования (АИШ) в его сопоставлениях для идентичных режимов обработки с конвенциональными подходами с самоорганизацией развитости режущего рельефа шлифовальных кругов в условиях его заращивания продуктами обработки и следующего из этого заращивания сглаживания производящей инструментальной поверхности. Управляемое в условиях АИШ электрофизическое принуждение связки к износу и стружек к взрывному испарению под тепловым действием электрического тока и его разрядов, исключаящее или минимизирующее контактное вмешательство связки и стружек в формирование микрогеометрии обработанной поверхности, в отсутствие суперпозиционных динамических возмущений позволяет исходить из кинематико-геометрической стохастической детерминированности этой микрогеометрии контактными поверхностями стохастически расположенных и выступающих над уровнем связки зерен шлифпорошка, используемого в алмазно-металлической композиции рабочей части инструмента. Такой подход используется многими исследователями. В харьковской научной школе физики процессов резания он наиболее разработан и апробирован в трудах профессора М. Д. Узуняна и его соратников и учеников [2, 3].

Шероховатость поверхности в прогностических аналитических расчетах и экспериментальных исследованиях в выполненной работе оценивается

по параметру R_a – одному из ее основных высотных параметров (предпочтительному по [4]), к оценкам по которому прибегают практически во всех современных аналитических и опытно-экспериментальных работах в этом направлении. К тому же, знание величины параметра R_a позволяет получить приближенную оценку другого основного высотного параметра шероховатости – R_z . Для этого достаточно воспользоваться известным приближением

$$R_z = 4R_a \dots\dots\dots (1)$$

Методическая обоснованность приближения (1), например, ясно следует в представлении линий высот и впадин профиля обработанной поверхности симметричными его средней линии, как это показано в [5].

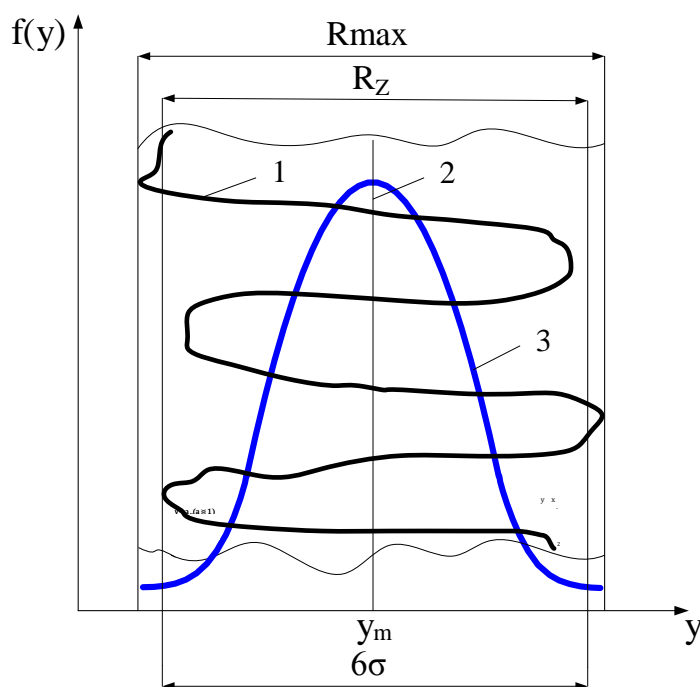


Рис.1. Расчетная схема взаимосвязи параметров шероховатости поверхности и среднего квадратичного отклонения высоты ее профиля от его средней линии: 1 – профиль; 2 – средняя линия профиля; 3 – кривая нормального распределения высотной координаты профиля

Далее общепринято предположим, что случайная функция отклонений профиля обработанной поверхности от его средней линии m [4] подчиняется закону нормального распределения и, соответственно, описывается кривой Гаусса. Координата средней линии профиля y_m (см. рис. 1) по определению [4] соответствует координате его математического ожидания. Для расчетной определенности воспользуемся правилом трех сигм, согласно которому [6]: «если случайная величина распределена по нормальному закону, то отклонение этой величины от математического ожидания (по абсолютной величине) не превосходит утроенного среднего

квадратического отклонения». Тогда, как это следует из рис. 1 с учетом (1), получаем:

$$R_a = 1,5\sigma. \dots\dots\dots(2)$$

Корректность приближения (2) просматривается также из практики контроля шероховатости поверхности на ее ограниченном участке, а именно в пределах базовой длины l , средним значением которой, а именно [4] для $R_z = R_{\max}$ в пределах свыше 0,4 мкм до 3,2 мкм является $l = 0,8$ мм. Отсюда следует, что при примерном равенстве среднего шага профиля S_m [4] средней высоте профиля ($2R_a$) таких шагов по среднему в диапазоне $R_z = R_{\max}$ должно быть примерно 440-450 со средним ожиданием S_m , памятуя (6.1), $S_m = 2R_a = 0,45$ мкм. Принимая во внимание, что по [6] отрезок 6σ (рис. 1) охватывает 99,73% контролируемого профиля, на его выпадающие части с высотными координатами $y \notin [y_m - 2R_a, y_m + 2R_a]$ суммарно приходится примерно один шаг профиля, что свидетельствует о правомерности принятой системы приближений (1) и (2). То же самое можно показать в рассмотрении остальных парных нормировок l и R_z (R_{\max}) по [4].

Здесь можно также заметить, что в системе определений [4] в (1) безусловно корректнее R_{\max} вместо R_z , с последующим $R_{\max} = 6\sigma$ вместо $R_z = 6\sigma$ по рис. 1 и приближенным рассмотрением области $y \notin [y_m - 2R_a, y_m + 2R_a]$ как пустого множества в пределах l . Принятая расчетная схема аналитически (1) связывает между собой два наиболее используемых высотных параметра шероховатости поверхности, тогда как нормирование по параметру R_{\max} в общемашиностроительной практике вообще и в задачах шлифования в частности употребляется значительно реже. К тому же стандартная практика [4] в определении предпочтительных значений R_z и R_{\max} , как и l , исходит из равенства $R_z = R_{\max}$, как на это в отношении l уже указано выше, в приведенных исходных данных рассмотренного примера.

Исходя из фундаментального условия осуществимости процесса резания, заключающегося в превосходстве обрабатываемого материала над обрабатывающим, класс сверхтвердых труднообрабатываемых материалов среди других труднообрабатываемых представляет наибольшую привлекательность для апробации возможностей АИШ и получения соответствующих экспериментальных баз данных.

С выбранными объектами АИШ в экспериментальной проверке разрабатываемой экспертной системы сверхтвердыми материалами режущих пластин АТП [7] и Томал-10 [8] и рекомендациями по их применению постсоветские инструментальная и машиностроительные отрасли вошли в текущее столетие и поныне успешно выдерживают конкуренцию с лучшими зарубежными аналогами, о чем свидетельствует и отражаемый современным предложением производителей [7, 8] рыночный спрос.

Экспериментальные исследования проводились на базе универсально-заточного станка модели ЗД642Е. Для возможности реализации процесса АИШ, т.е. для шлифования с введением в зону обработки дополнительной энергии в виде электрических импульсов, шпиндельный узел станка был модернизирован. Модернизация шпиндельного узла заключается в обеспечении изоляции алмазного круга на токопроводной связке от корпуса станка и установке на кожухе шлифовального круга токосъёмника.

Дополнительная энергия в зону резания вводилась от специально разработанного ЗАО «Укроргстанкинпром» генератора импульсов НО.6506, преобразующего переменный ток напряжением 380В в униполярный импульсный с регулируемой частотой и величиной тока.

В процессе проведения опытов среднее значение тока составляло 6-10 А, напряжение холостого хода – 60-70 В, частота импульсов – 44 кГц, скважность – 2, при этом алмазный круг служил анодом, а обрабатываемый материал – катодом.

Охлаждающей жидкостью служил 3%-ный водный раствор соды.

Скорость резания на станке изменялась с помощью сменных шкивов в диапазоне от 15,0 до 35,0 м/с с интервалом 10,0 м/с.

Торцовая схема шлифования осуществлялась чашечными кругами конической формы 12А2-45° 150x10x3x32 ГОСТ 16172-80 производства Полтавского алмазного завода на связке М1-01 с алмазными зёрнами металлизации А1, прочностью АС6 диапазоном зернистости 50/40...160/125 и концентрации – 2...6.

Эксперименты проводили с использованием методики их многофакторного планирования.

Шероховатость обработанной поверхности контролировали профилометром-профилографом Surtronic 3+ фирмы Taylor–Hobson.

Результаты обрабатывались с помощью специальной программы "Статистика" на объектно-ориентированном языке VisualFoxPro.

Фрагмент баз данных экспертной системы шероховатости поверхности после АИШ АТП приведен в табл. 1.

Табл. 1. – Шероховатость поверхности АИШ АТП ($V_{кр}=15$ м/с, фрагмент)

$V_{кр}$, м/с	$S_{поп}$, мм/дв.х	Z , мкм	К	R_a , мкм		
				ГОСТ 2789-73	Справочно	
					От	До
15	0,005	50/40	2	0,16	0,13	0,14
			6	0,32	0,17	0,27
		160/125	2	0,25	0,14	0,23
			6	0,50	0,33	0,43

	0,011	50/40	2	0,16	0,12	0,15
			6	0,25	0,14	0,22
		160/125	2		0,16	0,23
			6	0,40	0,26	0,40

Список литературы

1. Беззубенко Н. К. Повышение эффективности алмазного шлифования путем введения в зону обработки дополнительной энергии в форме электрических разрядов : Дис. ... докт. техн. наук : 05.03.01 – процессы механической обработки, станки и инструменты / Харьк. гос. политехн. ун-т. – Харьков, 1996. – 468 с.
2. Узунян М. Д., Глухов А. В. Исследование корреляционной функции ординат приведенного профиля алмазного круга // Резание и инструмент. – 1998. – Вып. 52. – С. 243-250.
3. Руднев А. В. Качество поверхности сверхтвёрдых инструментальных материалов при алмазно-искровом шлифовании // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации : Сб. науч. тр. XI-ой междунар. науч.-техн. конф. 19-21 мар. 2014 г. – В 4-х т. – Курск : Юго-Зап. гос. ун-т, 2014. – Т. 3. – С. 355-357.
4. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики : ГОСТ 2789-73.– Переизд. – М. : Стандартинформ, 2006. – 7 с.
5. Гуцаленко Ю. Г. Влияние микроэрозионных явлений на шероховатость поверхности // Вестн. Харьк. гос. политехн. ун-та : Сб. науч. тр. – Вып. 65. – Харьков : ХГПУ, 1999. – С. 145-152.
6. Гмурман В. Е. Введение в теорию вероятностей и математическую статистику: Учеб. пособие. – 3-е изд., доп. – М. : Высш. шк., 1966. – 380 с.
7. Научно-технологический алмазный концерн “АЛКОН” : [Официальный сайт ; Киев, Украина]. – Режим доступа : <http://www.alcon.com.ua>.
8. ОАО «Московское производственное объединение по выпуску алмазного инструмента» : [Официальный сайт ; пгт Томилино, Люберецкий район, Московская область, Россия]. – Режим доступа : <http://www.tomaltools.ru>.